

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-102461

(43) 公開日 平成8年(1996)4月16日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065				
21/205				
21/70				
H 0 5 H 1/46	A	9216-2G		
			H 0 1 L 21/ 302	B
			審査請求 未請求	請求項の数20 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-156140

(22) 出願日 平成7年(1995)6月22日

(31) 優先権主張番号 08/263847

(32) 優先日 1994年6月22日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド

APPLIED MATERIALS, INCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050

(72) 発明者 ユーージア スー

アメリカ合衆国, カリフォルニア州

95014, キュバティノ, ローズ ブラッサム ドライブ 866

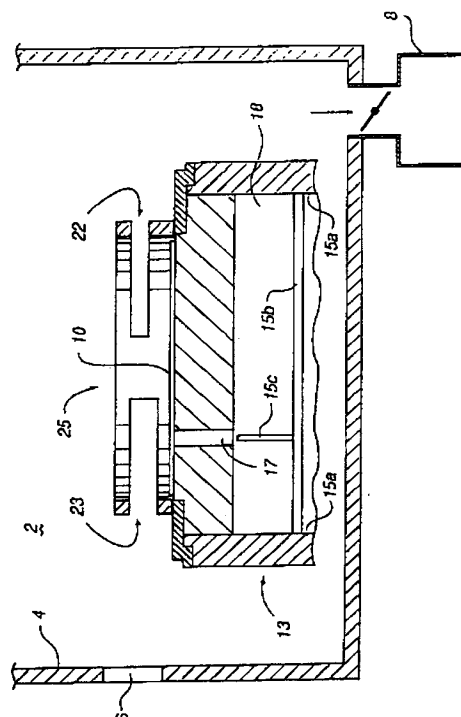
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 プラズマリアクター用の改良型固定フォーカスリング

(57) 【要約】

【目的】 ウエハー汚染をさらに低減するフォーカスリングを提供すること。

【構成】 プラズマリアクター内で用いる固定フォーカスリング25は、第1のスロット開口部22と第2のスロット開口部23とを含んでおり、この2つの開口部が協働してウエハー全面にバランスのとれたガスフロー分布を提供する。その結果、処理の均一性がウエハー全面にわたって達成され、その一方で、ソリッドな可動フォーカスリングの反応レベルと等しい、高反応レベルを提供するよう開口部の実際寸法を最小にしている。また、チャンバー容積を減じ、チャンバー内のガスフローを安定化させる厚いフォーカスリング90は、均一なガスフロー分布を提供する円形、偏心形状、もしくはバツフル形状又はこれらの組合せを有している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ウエハーの周縁を囲む、半導体ウエハーを処理するためのプラズマリアクター用フォーカスリングであって、

上部リング部分と、

下部リング部分と、

少なくとも 1 つのリンクとを備え、

前記上部リング部分、下部リング部分及び前記リンクが、ウエハー移送ブレード及びウエハーを受け入れるよう適合されている第 1 のスロット開口部と、第 2 のスロット開口部とを画成するように前記リンクは前記上部リング部分及び前記下部リング部分を結合させており、前記第 1 のスロット開口部及び前記第 2 のスロット開口部が、協働してウエハー表面を横切って処理ガスを排気するよう適合されており、もって汚染粒子がウエハー縁部から掃出されると共にウエハー表面全体にわたってガスフロー分布のバランスを保つようにしているフォーカスリング。

【請求項 2】 前記第 1 のスロット開口部がリアクタースリットバルブと整列されており、ウエハーの積載、取出し及び処理の間、固定された (stationary) 状態になっている請求項 1 記載のフォーカスリング。

【請求項 3】 単体構造となっている請求項 1 記載のフォーカスリング。

【請求項 4】 上部フォーカスリング部分と、下部フォーカスリング部分と、

前記第 1 のリング部分及び前記第 2 のリング部分を結合させるよう適合されたリンクとを備える複合構造となっている請求項 1 記載のフォーカスリング。

【請求項 5】 前記リンクがさらに、1 つのリング部分から垂直方向に突出しているタブと、もう 1 つのリング部分内に形成され前記タブを受け入れるように適合されているスロットとを備える請求項 4 記載のフォーカスリング。

【請求項 6】 前記リンクがさらに、前記第 1 のリング部分及び前記第 2 のリング部分の各々の内部に形成された整列ジャーナル (aligned journal) と、前記第 1 のリング部分及び前記第 2 のリング部分を結合させるために前記整列ジャーナル内にセットされるよう適合されているピンとを備える請求項 4 記載のフォーカスリング。

【請求項 7】 前記第 1 のリング部分が上部リング部分を含んでおり、前記上部リング部分が少なくとも 1 つの選定されたフォーカスリング形状 (configuration) を画成している請求項 4 記載のフォーカスリング。

【請求項 8】 前記上部リング部分がさらに、複数の選定されたフォーカスリング形状を画成する複数の交換可能な上部リングを含んでいる請求項 7 記載のフォーカスリング。

【請求項 9】 前記第 1 のリング部分と前記第 2 のリング部分とが互いに異なる材料で作られている請求項 4 記載のフォーカスリング。

【請求項 10】 前記第 1 のリング部分が、セラミックス、石英及びコバール (商標、Kovar) を含む群から選定された材料で作られている上部リング部分を含んでおり、

前記第 2 のリング部分が、処理による影響を受けにくい材料 (process insensitive material) で作られている下部リング部分を含んでいる請求項 9 記載のフォーカスリング。

【請求項 11】 前記処理による影響を受けにくい材料が、ベスペル (商標、Vespel) である請求項 10 記載のフォーカスリング。

【請求項 12】 前記第 1 のスロット開口部と前記第 2 のスロット開口部とが同じ大きさではない請求項 1 記載のフォーカスリング。

【請求項 13】 前記第 1 のスロット開口部と前記第 2 のスロット開口部とが、処理ガス障壁を画成するようウエハー表面の上方に形成された下部開口縁部を有している請求項 1 記載のフォーカスリング。

【請求項 14】 約 2 mm より大きいリング厚を有している請求項 1 記載のフォーカスリング。

【請求項 15】 外側リング面をリアクター内壁面まで延ばすのに十分なリング厚を有している請求項 14 記載のフォーカスリング。

【請求項 16】 前記フォーカスリングを貫通して形成され排気プリナム (plenum) と連通したアパチャーを有している請求項 15 記載のフォーカスリング。

【請求項 17】 偏心した (eccentric) 外側リング面を有している請求項 14 記載のフォーカスリング。

【請求項 18】 ウエハーの周縁を囲む、半導体ウエハーを処理するためのプラズマリアクター用固定複合フォーカスリングであって、

上部リング部分と、

下部リング部分と、

少なくとも 1 つのリンクとを備え、

前記上部リング部分、下部リング部分及び前記リンクが、リアクタースリットバルブと整列された第 1 のスロット開口部であって、ウエハー移送ブレード及びウエハーを受け入れるよう適合されているものと、ウエハー表面を横切って処理ガスを排気するよう適合されている第 2 のスロット開口部とを画成するように前記リンクは前記上部リング部分及び前記下部リング部分を結合させており、

前記第 1 のスロット開口部及び前記第 2 のスロット開口部は、処理ガス障壁を画成するようウエハー表面の上方に形成された下部開口縁部を有しており、

もって、均一なガスフロー分布がウエハー表面全体にわたって維持されるフォーカスリング。

【請求項 19】 約 2 mm より大きいリング厚を有している請求項 18 記載のフォーカスリング。

【請求項 20】 半導体ウエハーを処理するためのプラズマリアクターでウエハー表面全体にわたって均一なガスフロー分布を維持するための処理方法において、リアクタースリットバルブと整列され固定フォーカスリング内に形成された第 1 のスロット開口部を通してウエハー移送ブレード及びウエハーを受け入れるステップと、

前記フォーカスリング内に形成された第 2 のスロット開口部を通してウエハー表面を横切って処理ガスを排気するステップと、

前記第 1 のスロット開口部及び前記第 2 のスロット開口部が、協働してウエハー表面全体にわたって均一な処理ガスフロー分布を提供するステップとを含む処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プラズマリアクター、例えば、ウエハーエッチング中に半導体ウエハーを処理するのに用いられるようなプラズマリアクターに関するものである。より詳細には、本発明は、プラズマリアクター用の改良型固定フォーカスリング (improved stationary focus ring) に関する。

【0002】

【従来の技術】 エッチングあるいは化学気相堆積のような半導体ウエハー処理ステップは、ウエハー表面全体にわたる不均一なプラズマ分布から生じるウエハーエッチングの不均一性を低減するためにウエハーの周囲にフォーカスリングを配置したプラズマリアクターを用いることによって、しばしば行われている。このようなプラズマの不均一性は、ウエハー表面全体にわたる不均一な処理ガス分布によって、あるいはウエハー表面全体にわたる不均一な電磁場分布や不均一なカソード温度分布のような他の要因によって引き起こされる。

【0003】 通常、処理ガスはチャンバー頂部にてチャンバーに導入されており、所望のチャンバー圧を維持するために、この処理ガスが、チャンバーの底部に吸気口を配置した真空排気システムによりチャンバーから吸引されている。ウエハーは、一般的にはチャンバーの中央部に配置されたペディスタル上で支持される。ウエハー表面全体にわたる処理ガス分布は、真空排気システムの吸気口の位置によって影響を受け、ウエハーの縁部におけるガスの流速がウエハーの中央部での流速よりも大きくなる。このように、ウエハーエッチング中において、ウエハー縁部近傍で一層高いプラズマ密度は、ウエハー縁部において、ウエハー中央部でのエッチング速度よりも顕著に大きいエッチング速度を生じさせ、それによって処理の均一性を低下させる。同様な均一性の欠如は化学気相堆積 (「CVD」) リアクター内でも観察される。

【0004】 図 1 は従来の反応チャンバー 2 の部分断面概略図であり、この反応チャンバー 2 は、チャンバー壁 4 とチャンバー 2 に対するウエハーの出入れを可能にするスリットバルブ 6 とを有している。ウエハー 10 は、カソードベース 13 上に配置されたウエハーペディスタル 12 によって支持されている。ウエハー 10 は、ペディスタル 12 上に載置され且つウエハーを囲んでいるフォーカスリング 14 によってシールドされている。

【0005】 真空ポンプ 8 により発生する下方への処理ガスフロー (ガス流) は、参照符号 (numeric designator) 11 で示される矢印によって表されている。ウエハー処理中、フォーカスリングは部分的に処理ガスフローに対する障壁となっており、このため、ウエハー表面全体にわたって僅かな背圧がかかり、より多くの処理ガスをウエハー中央部全体に流れさせる。結果として、さらに均一なガスフローがウエハー表面全体にわたって提供され、それによって処理の均一性と処理の効率を向上させている。

【0006】 フォーカスリング 14 は、ウエハー表面の上方に数 cm ほど延びており、リフト機構 15 によって支持されている。このリフト機構 15 は、フォーカスリングを十分に持ち上げ、ウエハー 10 のロードロック室とチャンバーとの間での移送を可能にしている。リフト機構 15 は、カソードベース 13 を囲むリフトシリンダー 15a やカソードベース 13 内に配置されたリフトスパイダー 15b、リフトスパイダー 15b 上で支持され且つペディスタル 12 における垂直穴 17 を通って延びるリフトピン 15c などのようないくつかの可動部分を有している。

【0007】 カソードベース 13 は、その中にリフトスパイダー 15b の垂直動作を可能にする空所 18 を含んでいる。リフトシリンダー 15a を貫通して形成された窓 15d は、リフトシリンダー 15a が窓 15d をスリットバルブ 6 と整列させるよう充分に高く上げられるたびに、ウエハー 10 はスリットバルブ 6 を通してウエハーペディスタルにあるいはウエハーペディスタルから移送させることができる。リフトシリンダー 15a が非常に高く上げられるときは、リフトピン 15c は穴を通して延び、ウエハーをペディスタル上方に持ち上げ、ウエハー移送ブレード (図示せず) をウエハーの下に滑り込ませることを可能にする。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 フォーカスリングは、ウエハー表面のガスフロー分布を改善することにより、ウエハー全体におけるウエハー処理速度の均一性を効果的に改善しているが、フォーカスリングはウエハー縁部近傍に粒子汚染物 16 を捕捉する傾向がある。このような汚染物はウエハー縁部近傍のウエハーのその部分での型収率 (die yield) を低下させる。粒子汚染物は、チャンバー内の部品、例えばリフト機構 15 を構成するよ

うな部品を動かすことによって捕捉されるおそれがある。リフト機構 15 を操作すると、その結果として生じる振動が汚染粒子を遊離させ循環させる傾向があり、それによってこのような汚染粒子がウエハー表面上に堆積する可能性を増大させる。従って、フォーカスリングに関係する部品の数を減らすことによって、例えば固定フォーカスリングを設けることによって、フォーカスリングの複雑性を低減することが望ましい。

【0009】また、フォーカスリングに起因すると考えられるようなウエハー縁部近傍での粒子汚染の蓄積を、フォーカスリングの利点を全く損なうことなく除去することも望ましい。ウエハー縁部での粒子の蓄積を低減するための手段の一つは、少なくとも 1 つの開口部をフォーカスリング内に形成することである。なお、この開口部は、処理ガスがウエハー表面からの汚染粒子をこの開口部を通して下方にある真空ポンプ排気口の中に掃出することを可能にするものである。このような手段は、ジー・ヒルズ (G. Hills)、ワイ・ジェイ・スー (Y. J. Su)、ワイ・タナセ (Y. Tanase)、アール・ライアン (R. Ryan) により 1994 年 4 月 5 日に出版されたアプライドマテリアルズ・インコーポレイティッドに譲渡された米国特許第 08/223,335 号明細書 (プラズマリアクター内の半導体ウエハー処理用改善フォーカスリング) に開示されている。

【0010】ヒルズらによって開示された固定フォーカスリングは価値のあるものであるが、ウエハー汚染の効果をさらに低減させる必要があると同時にウエハー表面全体における高度な処理均一性を維持しあるいは向上させる必要がある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、プラズマリアクター用の改良型フォーカスリングを提供している。本発明の好適な実施態様では、スロット付きフォーカスリングは、ウエハー移送ブレードとウエハーとが通ることのできる第 1 の開口部と、第 2 の開口部とを含んでいる。この 2 つの開口部は協働してウエハー表面全体にわたってバランスのとれたガスフロー分布を提供し、そのため、処理の均一性がウエハー表面全体にわたって達成されるようにしており、一方ソリッドな可動フォーカスリングの反応レベルと等しい、高反応レベルを提供する開口部の実際寸法を最小にし、また、汚染粒子がウエハー縁部から掃出されるのを可能とする。

【0012】フォーカスリングは単体構造又は複合構造とすることができ、この構造ではフォーカスリングは、異なった処理にそれぞれ適合する異なる開口部寸法を有している。そのため、リングのさまざまな部分は、その特定の機能に対してリングの各部分を最適化するように異なった材料で形成されていてもよく、例えばウエハーに近接したフォーカスリングのその部分に対しては処理耐

性のある材料 (process tolerant material) を、ウエハーから離れたところにあるフォーカスリングのその部分に対しては耐久力のある (durable) 安価な材料を用いることによって形成されてもよい。

【0013】本発明はまた、チャンバー容積 (chamber volume) と入れ代り (displace) チャンバー内のガスフローを安定化させる厚いフォーカスリングを提供している。厚いフォーカスリングは、チャンバー内にウエハー表面全体にわたって均一なガスフロー分布を提供すべくガスフローパターンを形成するための偏心形状を有していてもよい。

【0014】さらに、フォーカスリングはチャンバー壁に延びていてもよく、その場合、フォーカスリングは、当該フォーカスリングを貫通して形成された様々なスロット及び／又はアパチャーと関連して、チャンバーを流通するガスフローを安定化させてウエハー表面全体にわたって均一なガスフローを提供するためのバッフル (baffle) として作用する。

#### 【0015】

【実施例】本発明は、プラズマリアクター内でのウエハー処理の間、ウエハーをシールドするのに使用するための改良型フォーカスリングを提供するものである。本発明の 1 つの好適な実施例では、スロット付きフォーカスリングはウエハー移送ブレードとウエハーとが通ることのできる第 1 の開口部を含んでおり、また、第 1 の開口部を通るガスフローと相応する速度でガスフローを流通させることができるよう適合された第 2 の開口部を含んでおり、これによりウエハー表面全体のガスフロー分布が均一となる。このように、この 2 つの開口部は協働してウエハー表面全体にわたってバランスのとれたガスフロー分布を提供し、その結果、処理の均一性がウエハー表面全体にわたって達成される一方で、ソリッド (スリットのない: solid) で可動のフォーカスリングの反応レベルと等しい、高反応レベルを与えるよう当該開口部の実際の大きさを最小にする。本発明は、単一のスロット開口部を有しているフォーカスリング、あるいはそのフォーカスリングにさらに 2 つ以上の開口部を提供してもよい。このような開口部はスロットである必要はなく、アパチャー (aperture) やジャーナル (journal) などであってもよい。さらに、開口部 (ウエハー移送ブレード・ウエハー用開口部以外) は、フォーカスリングの後部部分と共にあるいは後部部分には形成せずにフォーカスリングの上面を貫通して形成されてもよい。

【0016】図 2 は反応チャンバーの部分断面概略図であり、この反応チャンバーは本発明によるスロット付き固定フォーカスリングを含んでいる。図 1 に示されている従来の反応チャンバーと共通した反応チャンバーの要素は同一符号で示されている。この図には反応チャンバー 2 が示されており、この反応チャンバー 2 はチャンバー壁 4 と、当該反応チャンバー 2 に対するウエハーの出

入れを可能にするスリットバルブ 6 とを有している。ウエハー 10 は、カソードベース 13 上に配置されたペディスタル 12 によって支持されている。ウエハー 10 はフォーカスリング 25 によってシールドされており、このフォーカスリング 25 はペディスタル 12 上に載置され且つウエハー 10 を囲むものである。

【0017】ウエハーリフト機構は、カソードベース 13 を囲むリフトシリンダー 15a と、カソードベース 13 内に配置したリフトスパイダー 15b と、リフトスパイダー 15b 上に支持されているリフトピン 15c とを含んでおり、このリフトピン 15c はペディスタル 12 に形成された垂直穴 17 を通って延びている。カソードベース 13 は、リフトスパイダー 15b のカソードベース内での垂直動作を許容する空所 18 を含んでいる。リフトシリンダー 15a が上昇するたびに、リフトピン 15c は、垂直穴 17 を貫通しウエハー 10 をペディスタル 12 の上方に持ち上げ、ウエハー移送ブレード（図示せず）がウエハー 10 の下側に滑り込むことを可能としている。

【0018】ウエハー処理中、フォーカスリングは処理ガスフローに対する部分的な障壁となっており、この結果、僅かな背圧がウエハー表面全面にかかり、さらに多くの処理ガスをウエハー中央部全域に流れさせる。結果として、さらに均一なプラズマがウエハー表面全体にわたって提供され、それによって処理の均一性を向上させている。特に、フォーカスリングは、ウエハーの取入れ・取出しとウエハー表面全体にわたる対称的なガスフロー分布とを矛盾なく可能にする、できる限り小さいスロット開口部を有するよう形成されている。

【0019】フォーカスリングそれ自体は固定されている。すなわち、フォーカスリングは、ウエハーの積載中や取出し中、シリンダーあるいはフォーカスリングに形成された窓 15d とスリットバルブ 6 とが整列する位置まで持ち上げられることはない。この場合、フォーカスリングは、スリットバルブ 6 と整列されたスロット 23 を含んでいる。結果として、フォーカスリングは複雑なリフト機構が必要ではなくなる。この配列はチャンバーの製造及び維持にかかる費用を低減する。さらに重要なことに、可動部分を不要とすることによって、本明細書で開示したフォーカスリングは、ウエハー表面上に堆積するおそれのある汚染粒子をフォーカスリングから分離させ循環させ得る過度の振動を低減する。可動部分を不要としたことは、汚染粒子を堆積し得る面の数も減らすこととなる。

【0020】フォーカスリングは、ウエハー処理中に処理ガスが流れる開口部を提供する 2 つのスロット 22、23 を含んでいる。一方のスロット 23 は、ウエハーの積載及び取出し中にウエハー移送ブレードとウエハーとを受け入れるよう形成されている。他方のスロット 22 は、ウエハー積載・取出し用スロット 23 を通る処理ガ

スフローを補う処理ガスをウエハー全体にわたって流すことができるように形成されている。重要なことは、本明細書で開示したフォーカスリングが 1 つ以上のスロットの形態の開口部を含むことであり、その結果、ウエハー表面から離れる過剰なプラズマの流れを妨げるフォーカスリングにより、背圧がウエハー表面全体にわたって維持されている。このように、本発明は、ウエハーの縁部を囲む領域にただ 1 つの最小の開口部が設けられた固定リングを提供している。スロットは、ウエハーの表面の上方から始まる開口部を有していることが好ましく、その場合、フォーカスリングに形成されたスロットは、ウエハーの縁部の周囲に処理ガス障壁を提供する下縁部を画成することとなる。このようにして、ウエハー汚染は低減され、処理の均一性は維持され、そして処理効率が高められる。

【0021】図 3 は本発明の好適な実施例によるスロット付き固定フォーカスリングの斜視図である。この図において、単体のフォーカスリング 25 は上部リング部分 20 と下部リング部分 21 とを含んでいる。各リング部分は 1 対のリンク 24 により結合されており、これらのリンク 24 はまた、スロット 21、22 を画成するようにも働いている。以下に述べるように、リングは単体構造である必要はなく、そしてまた、各スロットが同じ形状を有している必要もない。図 3 に示されるリングでは、スロットはそれぞれフォーカスリング内に開口部を画成しており、スロットのうち少なくとも 1 つは、ウエハー移送ブレードとウエハーとを受け入れるのに十分な高さや幅とを有していなければならない。本発明の一側面においては、最大量のプラズマがウエハー表面全体にわたって分配されることを保証し、その結果、処理が可能な限り最も効率の良い態様で進行するようにフォーカスリングの開口部の大きさを小さくすることを含んでいるということを理解するべきである。本発明の別の側面では、処理ガスをウエハー表面全体にむらなく分配して、前記処理が可能な限り最も均一な形で進行するような対称的な態様の開口部を提供することとしている。

【0022】図 4 は改良型固定フォーカスリング 25 の側面図であり、本発明の好適な実施例によるウエハーとウエハー移送ブレード（図示せず）とを受け入れるよう適合された前部スロット（front slot）23 を示している。この図において、前部スロット 23 は、参照符号 26 と 29 によって示される矢印により表される高さや幅とを有する上部部分を含んでおり、この高さや幅はウエハーを受け入れるのに十分なものである。例えば、15.24 cm (6 in.) ウエハーに対しては、スロットの上部部分は約 15.7 cm ～ 約 16.0 cm (6 - 1/8 in. ～ 6 - 1/3 in.) とすべきである。このスロットは、参照符号 27 と 28 とによって示される矢印によりそれぞれ表される高さや幅とを有する下部部分も含んでいる。また、スロット下部部分は傾斜部分 3

0を有しているように図示されているが、この傾斜部分30はスロット上部部分の底部からスロット下部部分の底部までの遷移部分を提供している。スロット下部部分は、チャンバーとともに用いられるウエハー移送ブレードを受け入れるのに十分な高さと幅とを有するようにすべきであり、もし可能であれば、例えばスロープその他でスロット開口部の大きさを最小にするような輪郭とするべきである。スロットの上部部分の下縁部はウエハー表面の上方に配置されることが好ましく、その場合、連続的な処理ガス障壁がウエハー縁部の周囲に設けられることとなる。本発明における実施例では、スロットの下縁部は約0.2cmである。

【0023】図5はスロット付き固定フォーカスリングの側面図であり、本発明の好適な実施例による後部スロット(rear slot)22を示している。後部スロット22の高さと幅は、ウエハー表面全体にわたるガス分布のバランスをとるよう選択される。例えば、15.24cm(6in.)ウエハーに対しては、スロットの上部部分は約15.7cm~約16.0cm(6-1/8in.~6-1/3in.)とすべきであるが、このよう

な寸法は例示の目的でのみ与えられるものであり、本発明が適用される用途に応じて、他の寸法が選択されてもよい。

【0024】後部スロットは主として前部スロットよりも真空ポンプよりに配置されている。それゆえ、後部スロットは前部スロットほど大きい必要はなく、従って、前部スロットと同じような輪郭にする必要はない。むしろ、両スロットは、ウエハー移送ブレードとウエハーとを受け入れる(前部スロットの場合)のに必要な、また、ウエハー表面全体にわたって均一な処理ガス分布を提供する(後部スロットの場合)のに必要な最小限の開口部を提供するべきである。さらに、後部スロットは1つのスロットである必要はなく、フォーカスリングの周縁に離隔配置された一連のスロットであってもよく、あるいは真空ポンプと関連された排気プリナムと連通(communicate)し、フォーカスリングの側面又は上面及び下面を貫通して形成された一連のアパチャーであってもよい。

【0025】図6は本発明の好適な一実施例による2つの部材からなる固定フォーカスリング25の側面図である。この図において、下部フォーカスリング部分21は、相補的なタブ31a・31b及びスロット32a・32bからなるリンク24によって、上部フォーカスリング部分20とリンクされている。スロット22, 23がフォーカスリングに形成される開口部を画成するように、これらのタブとスロットは、処理ガスの流出を防ぐ閉塞したリンクを提供するよう形成されている。しかし、上部リング部分は、スロット22, 23及びリンク領域において、さらに大きいあるいはさらに小さい開口部を画成するよう異なる大きさのタブを有して形成され

てもよい。このように、一揃い(inventory)の上部フォーカスリング部分(各リング部分は、特定の処理工程に対して特定の形状を有している)を、必要であれば保管してもよく、その場合には、ウエハー表面全体にわたるガスフロー分布は、上部フォーカスリング部分を別の上部フォーカスリング部分と交換することによって、各処理あるいは各処理工程に対して容易に最適化することができる。

【0026】さらに、複合フォーカスリングの各部分を別々の材料で作ってもよい。例えば、フォーカスリングの頂部部分は、石英、コバル(商標、Kovar)あるいはセラミックスのような安価で耐久性のある材料で作ることができる。そして、フォーカスリングの底部部分は、よりウエハーに近いところにあるためウエハー表面での処理条件によって一層影響を受けかねないので、あるいは処理条件に一層影響を与えかねないので、ベスベル(商標、Vespell、デュポン社製)のような、処理による影響を受けにくく、さらに良い処理結果を与えるであろう材料から作られてもよい。

【0027】複合フォーカスリングは多数ある手段のうちいずれでリンクされてもよいということは理解できるであろう。例えば、図7は本発明の別の好適な実施例による2部材からなる固定フォーカスリングの側面図である。この図において、リンク24は、単一の細長いタブ33と相補的なスロット34からなっている。

【0028】図8は本発明のさらに別の好適な実施例による2部材からなる固定フォーカスリングの側面図である。この図において、上部と下部のフォーカスリング部分20・21は、それぞれ、ピン35を受け入れるジャーナル37a・37b及びジャーナル36a・36bを有している。ピンは、上下のリング部分によって画成された開口部を調整するよう異なった長さで設けられていてもよい。さらにリングは、スロット22・23を画成する領域ではより大きな開口部を設け、リンク24を画成する領域ではほとんど開口部を設けないかあるいは全く設けないように形作られてもよい。

【0029】図9は反応チャンバーの部分断面概略図であり、本発明による厚いスロット付き固定フォーカスリング90を含んでいる。この図において、フォーカスリングは、スロットの大きさと位置に関しては上述した本発明の教示に従って製造されている。従って、フォーカスリングは、ウエハー移送ブレードとウエハーとを受け入れるよう適合された第1のスロット91と、ウエハー表面全体にわたってガスフローを均一にし、それによって処理均一性を最適化するよう適合された第2のスロット92とを含んでいる。しかし、図9に従ったフォーカスリングは、厚いリングである。すなわち、参照符号93によって示される矢印によって表されているように、リングの厚さは2ミリメートルより大きい。厚いフォーカスリングは、チャンバー内のポンピング容積(pumpin

g volume) を低減させることにより、排気プリナムの大部分あるいは全てに対する必要性を除去するように働き、それによってより正確な処理制御を得ることのできるさらに小さいチャンバーの製造を可能にする、ということが考えられる。このように、プラズマの大部分あるいは全てをウエハー表面全体に導くことによって、さらに多くの分子衝突が起こり、その結果、処理の効率はさらに良くなり、処理の均一性が改善されるということを本発明は保証している。

【0030】図10は反応チャンバーの部分断面概略図であり、本発明による偏心した厚いスロット付き固定フォーカスリング100を含んでいる。この図において、フォーカスリングにはスロットが設けられており、従って上述のフォーカスリングと同じように開口部103、104を備えている。しかし、真空ポンプ8に最も近接したフォーカスリングの縁部(参照符号102の矢印によって示される縁部)は、スリットバルブ6に最も近接したフォーカスリングの縁部(参照符号101の矢印によって示される縁部)ほどはチャンバー壁4の方に向かって延びていない。

【0031】この側面による本発明では、上記教示に従って、最小であるが対称的なスロット開口部を有し、この結果、ウエハー表面全体にわたって最大且つ均一な処理ガスフローを維持するフォーカスリングを提供している。偏心形状のフォーカスリングにより、このフォーカスリングは、処理ガスをスリットバルブ及びそれに関連するフォーカスリングスロット103の領域から離れていくところに移動させるバッフルとして作用することができ、ウエハー積載・取出し用スロット103を通る不均一な処理ガスフローが、真空ポンプ8に最も近接したもう1つのフォーカスリングスロット104の領域でのさらに高い排気圧によってバランスがとられるようにしている。

【0032】図11は部分的に断面を示して概略的に示された反応チャンバーの部分斜視図であり、本発明による一体型スロット付き固定フォーカスリングとガス分配バッフル110を含んでいる。この図において、フォーカスリングはチャンバー壁4の内面に延びており、それによって全ての処理ガスが、フォーカスリング表面を横方向に貫通して形成されたアパチャー112を通り、ウエハー表面を横切り、スロット111、114を通り及びそれに関連するアパチャー116、115を通るようそれぞれ導かれている。スロット111は、スリットバルブ6と整列されており、ウエハー移送ブレードとウエハーとに対して取入れと取出しを可能にするように形成されている。スロット114は、処理ガスが各スロットを通してむらなく排気されるように、ウエハー全面にわたって十分な処理ガス排気圧を与えるよう形成されている。アパチャー112はフォーカスリングの周囲付近に必要に応じて設けられており、その結果、処理ガス

は、チャンバー内、特にウエハー表面近傍での特定の処理操作圧と処理ガス濃度を維持するよう、排気プリナム117の中に対称的に排気される。本発明のこの実施例ではいくつかのスロットが設けられてもよく、かかる場合、アパチャーはなくてもよい、すなわち処理ガスは、すべてウエハー表面全体にわたるように導かれても、フォーカスリングに形成されたスロットを通してのみ排気されてもよい、ということを理解すべきである。このような実施例では、フォーカスリングは排気ガスマニホールドとして作用する。このように、本発明のこの実施例は、反応チャンバーバッフルとして作用するスロット付きフォーカスリングを提供しており、それによってチャンバー容積を低減することができ、ウエハー表面全体にわたってさらに良好な処理ガス濃度制御をすることができる。

#### 【0033】

【発明の効果】以上述べたように、固定フォーカスリングは、ウエハー表面全体にわたって均一なガスフローを提供するとともに、最適な割合で均一な処理を保証するよう最大量の処理ガスをウエハーの全領域に導くことができる。以上、本発明について、好適な実施例を参照して説明したが、当業者であれば、本発明の精神と範囲から逸脱することなくここに述べた応用例を他のものに置換えてもよいことが容易に分かるであろう。従って、本発明は上記特許請求の範囲によってのみ制限されるべきものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の反応チャンバーの部分断面概略図である。

【図2】本発明によるスロット付き固定フォーカスリングを含む反応チャンバーの部分断面概略図である。

【図3】本発明の好適な実施例によるスロット付き固定フォーカスリングの斜視図である。

【図4】ウエハーとウエハー移送ブレードとを受け入れるよう適合されている、本発明による前部スロットを示す改良型固定フォーカスリングの側面図である。

【図5】本発明による後部スロットを示すスロット付き固定フォーカスリングの側面図である。

【図6】本発明の好適な実施例による2部材からなる固定フォーカスリングの側面図である。

【図7】本発明の別の好適な実施例による2部材からなる固定フォーカスリングの側面図である。

【図8】本発明のさらに別の好適な実施例による2部材からなる固定フォーカスリングの側面図である。

【図9】本発明による厚いスロット付き固定フォーカスリングを含んでいる反応チャンバーの部分断面概略図である。

【図10】本発明による偏心した厚いスロット付き固定フォーカスリングを含んでいる反応チャンバーの部分断面概略図である。

13

14

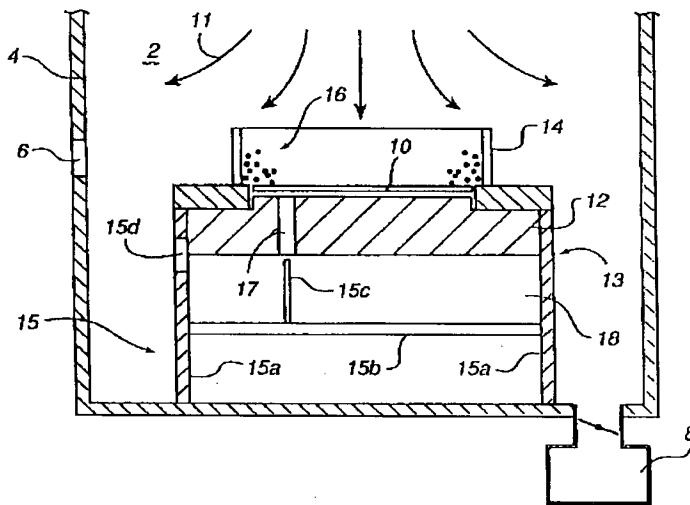
【図 1】 本発明による一体型スロット付き固定フォーカスリングと処理ガス分配バッフルとを含んでいる、部分的に断面を示して概略的に示された反応チャンバーの部分斜視図である。

【符号の説明】

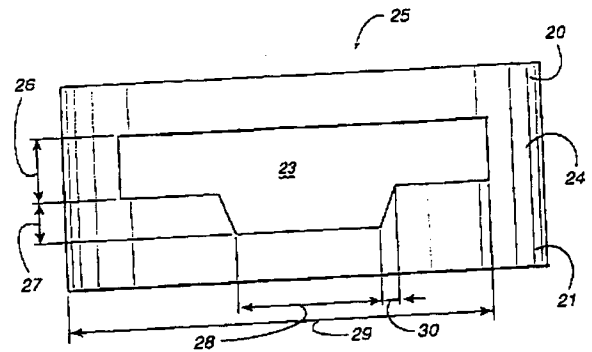
2…反応チャンバー、4…チャンバー壁、6…スリットバルブ、8…真空ポンプ、10…ウエハー、13…カソードベース、14…フォーカスリング、15…リフト機構、16…汚染物、17…垂直穴、18…空所、21…下部リング部分、22…上部リング部分、23…スロット\*10

\*ト、24…リンク、25…フォーカスリング、31…タブ、32…スリット、33…タブ、34…スロット、35…ピン、36…ジャーナル、37…ジャーナル、90…フォーカスリング、91…第1のスロット、92…第2のスロット、100…フォーカスリング、103…開口部、104…開口部、110…ガス分配バッフル、111…スロット、112…アパチャー、114…スロット、115…アパチャー、116…アパチャー、117…排気プリナム。

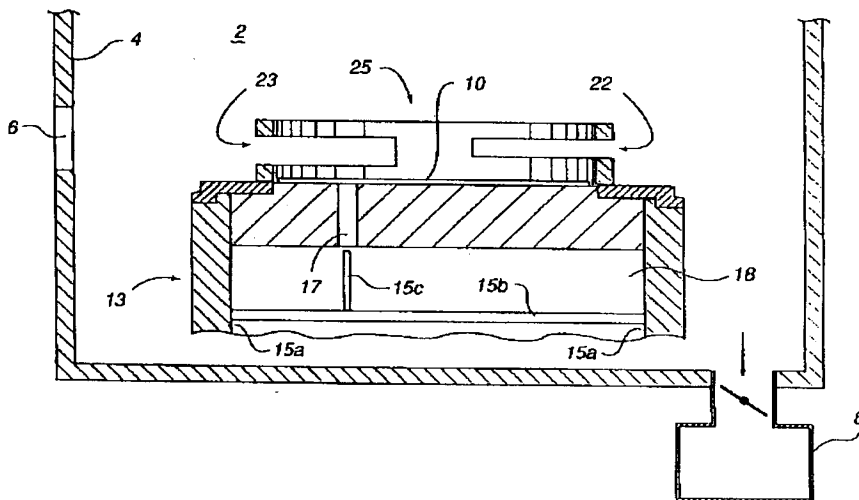
【図 1】



【図 4】

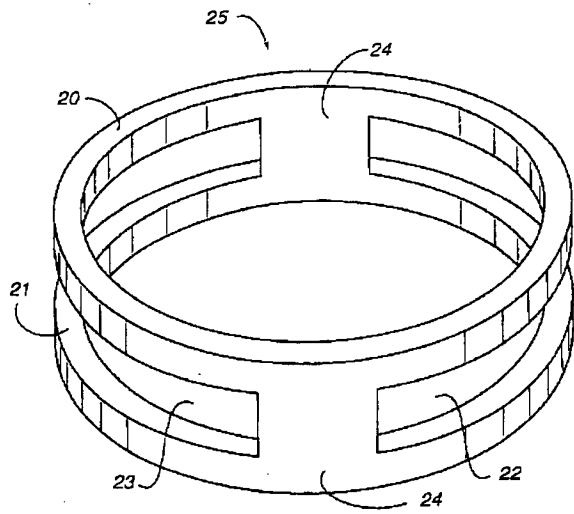


【図 2】

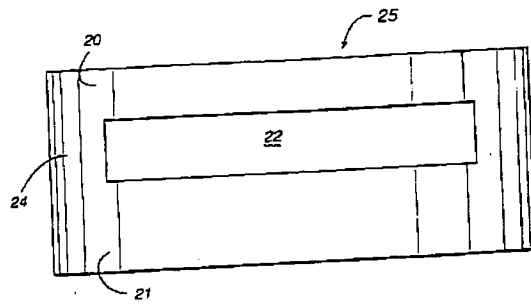




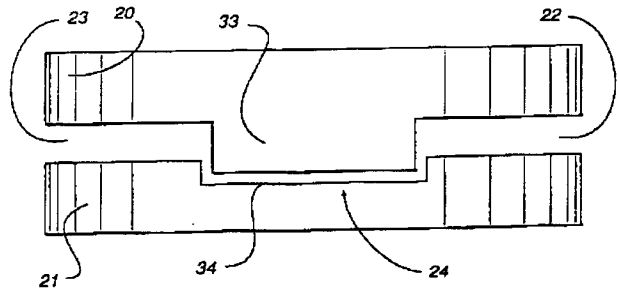
【図3】



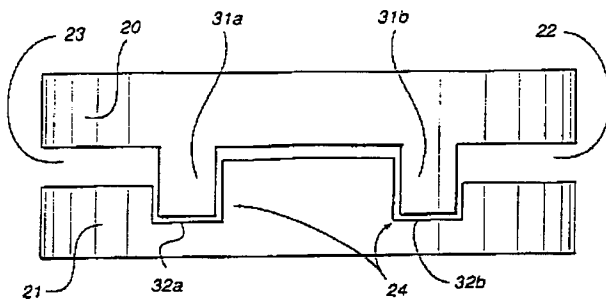
【図5】



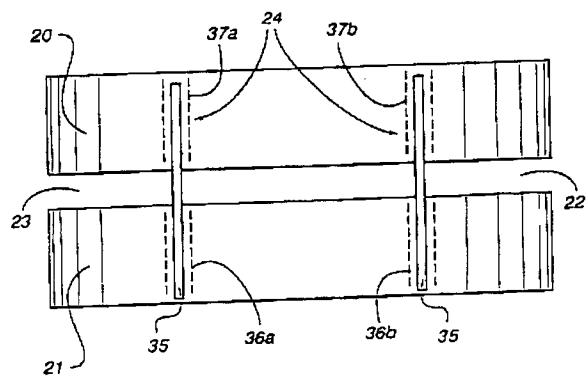
【図7】



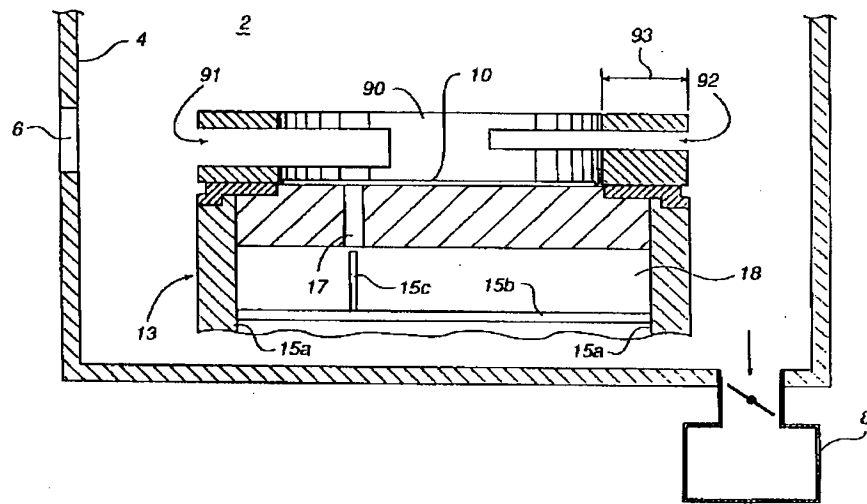
【図6】



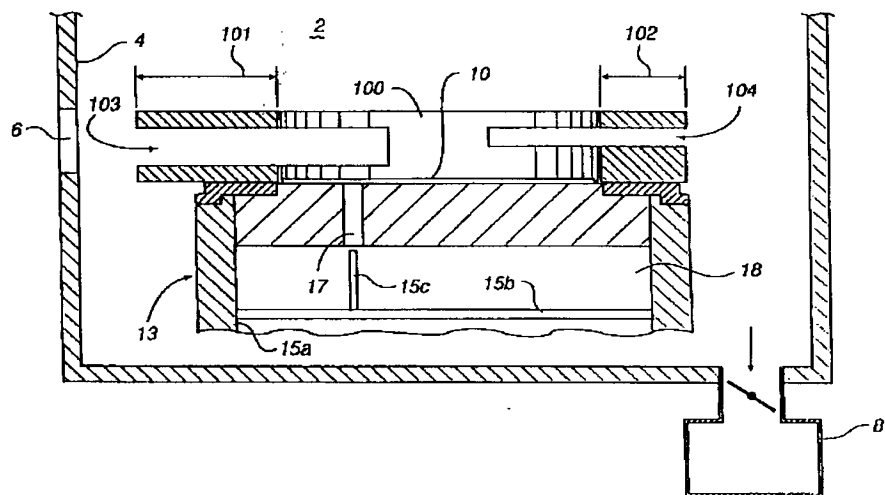
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

